

UNCLASSIFIED

Defense Technical Information Center  
Compilation Part Notice

ADP014136

TITLE: Cout de Maintenance et Duree de Vie des Turbomoteurs

DISTRIBUTION: Approved for public release, distribution unlimited

Availability: Hard copy only.

This paper is part of the following report:

TITLE: Aging Mechanisms and Control. Symposium Part A -  
Developments in Computational Aero- and Hydro-Acoustics. Symposium  
Part B - Monitoring and Management of Gas Turbine Fleets for Extended  
Life and Reduced Costs [Les mecanismes vieillissants et le controle]  
[Symposium Partie A - Developpements dans le domaine de  
l'aeroacoustique et l'hydroacoustique numeriques] [Symposium Partie B ...

To order the complete compilation report, use: ADA415749

The component part is provided here to allow users access to individually authored sections of proceedings, annals, symposia, etc. However, the component should be considered within the context of the overall compilation report and not as a stand-alone technical report.

The following component part numbers comprise the compilation report:

ADP014092 thru ADP014141

UNCLASSIFIED

## Coût de Maintenance et Durée de Vie des Turbomoteurs

Charles Claveau  
TURBOMECA  
SNECMA Group  
64511 Bordes Cedex  
France

### 1. Les Composantes du DMC

Le coût de maintenance des Turbomoteurs s'exprime familièrement sous la forme du DMC (Direct Maintenance Cost).

Le DMC peut être décomposé en deux parties principales :

- **Maintenance programmée**
- **Maintenance non programmée**

Typiquement, sur un turbomoteur d'hélicoptère, la maintenance programmée représente 80% du DMC contre 20% pour la maintenance non programmée.

Réduire le coût de maintenance d'un turbomoteur c'est donc, avant tout, réduire le coût de la Maintenance Programmée.

### 2. La Maintenance Programmée

La Maintenance Programmée comprend les inspections périodiques chez l'utilisateur final, les Révisions et remplacements de pièces à vie-limite qui se font en atelier spécialisé. Typiquement, pour un turbomoteur d'hélicoptère, le poids de ces différents postes est le suivant :

- **Révision moteur et accessoires** : **80 %**
- **Pièces à vie-limite** : **17 %**
- **Inspections périodiques** : **3 %**

Révisions et pièces à vie-limite constituent finalement l'essentiel du DMC.

### 3. La Méthode Classique de Maintenance Programmée

La Maintenance Classique de Maintenance Programmée repose sur la définition d'un potentiel moteur (TBO) quantifié en heures au bout duquel le moteur subit une intervention en atelier, dite Révision Générale. L'objectif de cette Révision Générale est de remettre le moteur et ses accessoires dans une configuration lui permettant d'effectuer un nouveau potentiel complet.

Le TBO est complété des vies-limites pour les pièces critiques en termes de Navigabilité.

### 4. Inconvénients de la Maintenance Programmée classique

Dans la méthode classique le but de la Révision Générale est de reconditionner le moteur pour un potentiel complet.

Si un tel objectif est simple et évident en termes opérationnels et de gestion de flotte moteurs en service, il est coûteux.

Reconditionner un moteur pour un potentiel complet nécessite un contrôle approfondi de toutes les pièces et des critères sévères afin d'être sûr que le potentiel suivant pourra être tenu. Il impose également de déposer les pièces à vie-limite dont la vie arriverait à échéance durant le TBO suivant.

L'objectif de reconditionnement pour un potentiel complet génère une intervention lourde, des actions de nature conservatrice et des déposes ou réparations prématurées de pièces. Beaucoup de pièces déposées ou réparées en Révision Générale pourraient continuer de fonctionner en l'état pour une durée intéressante opérationnellement avant d'être réparées ou rebutées.

Or l'essentiel du coût d'une Révision Générale se trouve dans le remplacement et la réparation des pièces.

Réduire le DMC revient donc à prolonger, à optimiser la durée de vie effective en service des pièces du moteur. Les pièces ne doivent pas être déposées "par précaution" afin d'être certain de tenir le prochain potentiel, mais parce qu'elles ont effectivement atteint leur limite de vie. Il faut consommer tout le potentiel des pièces.

### 5. Les différentes catégories de pièces

On peut définir différentes catégories de pièces pour un moteur donné :

- **Les pièces à vie-limite qui sont relatives à la Navigabilité et qui doivent impérativement être déposées à l'issue de leur vie certifiée.**
- **Les pièces, non critiques en termes de Navigabilité, mais dont la défaillance peut générer un arrêt de fonctionnement du moteur.**
- **Les pièces dont l'usure ou la défaillance génère une dépose moteur à l'occasion d'une visite programmée de Maintenance.**

### 6. Optimiser la durée de vie de ces pièces

La durée de vie des pièces à vie-limite est optimisée de fait.

Elles sont déclarées en certification. Leur évolution est possible et se fait selon des règles formalisées avec les Autorités.

Pour les pièces dont la défaillance peut générer un arrêt de fonctionnement, Turboméca a défini le concept de PLU : Pièce à Limite d'Utilisation. Cette limite d'utilisation peut être en heures, en cycles, calendaire ou une combinaison de ces trois paramètres.

La définition de ces pièces et de leurs limites est faite par un groupe de techniciens comprenant des représentants du Support, de la Réparation, des Etudes et des Programmes. Elles prennent en considération les risques d'arrêt de fonctionnement, leur taux, la réparabilité des pièces et son aspect économique, l'expérience sur le moteur considéré mais aussi les autres types de turbomoteurs et enfin l'accessibilité des pièces en maintenance courante ou en atelier. La liste des Pièces à Limite d'Utilisation et leurs limites évoluent avec l'expérience.

Les PLU sont mentionnées dans la documentation d'entretien et inscrites dans le Livret-Moteur afin d'en assurer la traçabilité. Arrivées au terme de leur limite d'Utilisation, les PLU doivent être remplacées. On notera qu'au cours de leur vie, ces pièces peuvent subir des opérations de réparation ou reconditionnement.

Les autres pièces, sans vie-limite ni limitation d'utilisation, sont "selon état", la maintenance programmée niveau 1 et 2 suffisant à en assurer la surveillance.

La définition des pièces à vie-limite, des PLU et de la maintenance de niveaux 1 et 2 permet d'éliminer la notion de potentiel ou de TBO. Plus exactement, le concept de potentiel demeure, mais attaché aux pièces individuelles et non plus aux ensembles, modules ou moteurs.

### 7. Gérer opérationnellement les pièces

Vivre avec des potentiels modules ou moteurs et des vie-limites est confortable opérationnellement. Il est vrai qu'individualiser les potentiels au niveau des pièces augmente la difficulté de gestion.

Mais cette difficulté est source de grandes économies. Pour faciliter la vie opérationnelle et réduire encore les coûts, les principes suivants sont appliqués par Turboméca :

- **Aligner, autant que possible, vies-limites et limites d'utilisation pour grouper les remplacements de pièces.**
- **Modulariser les turbomoteurs pour regrouper les pièces de manière homogène et ne renvoyer en atelier qu'une partie du moteur.**
- **Développer la Maintenance Profonde, niveau 3, pour être capable de remplacer pièces à vies-limites et PLU sans retour en atelier de réparation.**
- **Automatiser le suivi des pièces grâce aux calculateurs moteurs, aux calculateurs hélicoptère, aux dispositifs HUMS et aux stations-sol correspondantes.**

### 8. Une nouvelle façon de maintenir les turbomoteurs

Réduire le coût de maintenance des turbomoteurs c'est, avant tout, éviter de les renvoyer en atelier de réparation.

C'est, idéalement, faire la totalité de la Maintenance chez l'Utilisateur final. Pour ce faire, deux concepts doivent être mis en place :

- **Les potentiels par pièces**
- **La Maintenance Profonde**

Le premier concept cible l'intervention au "juste nécessaire" tandis que le deuxième améliore la disponibilité du matériel.

La combinaison des deux réduit significativement le coût de Maintenance.

Ce déplacement de ces activités chez l'utilisateur final accroît évidemment la charge de travail de celui-ci, nécessite du personnel formé et un minimum d'outillage. Mais au global l'économie et la souplesse opérationnelle sont au rendez-vous.

*Trois catégories de pièces*

- **Les Pièces à Vie-Limite**
  - *Vies-Limites*
  
- **Les Pièces dont la Défaillance entraîne un Arrêt de Fonctionnement**
  - *Limites d'Utilisation*
  
- **Les Pièces dont la Défaillance entraîne une Dépose lors d'une Opération de Maintenance Programmée**
  - *Selon Etat*

*Gérer opérationnellement les pièces*

- **Aligner, autant que faire se peut, Vies-limites et Limites d'Utilisation**
  
- **Concevoir des Moteurs Modulaires**
  
- **Développer la Maintenance Profonde**
  
- **Automatiser le Suivi des Pièces**

*Les Composantes du DMC*

<b>Maintenance Programmée .....</b>	<b>80 %</b>
<b>Maintenance Non Programmée .....</b>	<b>20 %</b>

*Les Composantes de la Maintenance Programmée*

<b>Révision Moteur et Accessoires .....</b>	<b>80 %</b>
<b>Pièces à Vie-Limite .....</b>	<b>17 %</b>
<b>Inspections Périodiques .....</b>	<b>3 %</b>

**Réduire le DMC**

**=**

**Optimiser la durée de vie en service des pièces**